

活动方式结合导管溶栓治疗对下肢深静脉血栓的治疗效果及中期影响

文澜欣, 蒙黎, 王学虎*

重庆医科大学附属第一医院, 重庆

收稿日期: 2026年4月28日; 录用日期: 2026年5月22日; 发布日期: 2026年6月1日

摘要

目的: 本研究主要探究不同活动方式对经导管接触性溶栓(CDT)临床疗效的影响, 为临床下肢深静脉血栓形成(LEDVT)患者围治疗期加速康复活动管理提供循证依据。方法: 回顾性收集2020年1月~2022年6月我科接受标准化治疗的LEDVT患者128例, 分为卧床组(62例)与早期下床组(66例)。对比两组基线资料、疗效指标、安全性及中期预后, 采用相应统计学方法分析数据, 另对溶栓后血管通畅性评分改善值行分位数回归分析、PTS发生率行多因素Firth校正Logistic回归分析明确其相关影响因素。结果: 下床行走组及卧床组经CDT溶栓治疗前、后静脉通畅性评分、VCSS评分均显著改善($P < 0.001$); 组间对比提示下床组远端及整体静脉通畅性评分显著高于卧床组($P = 0.002, P = 0.017$)。两组围术期不良事件发生率、中期血栓后综合征(PTS)发生率及Villalta评分均无统计学差异($P > 0.05$)。以溶栓后血栓通畅性评分改善值为连续结局变量, 采用中位数分位数回归可见下床活动对整体静脉通畅性评分改善值显著高于卧床组($\beta = 1.003, 95\% \text{ CI: } 0.003 \sim 2.983, P = 0.003$), 溶栓管置于远端亦有利于患者整体血管通畅性的改善($\beta = 0.797, 95\% \text{ CI: } 0.048 \sim 1.998, P = 0.048$), 术后整体通畅性评分(基线)是影响溶栓后血管通畅性评分改善值的重要因素, 对近端、远端及整体血管通畅性评分改善均存在显著正向影响(均 $P < 0.05$)。多因素Firth校正回归证实, 早期下床活动可能与PTS发病率风险降低相关($\text{OR} = 0.30, 95\% \text{ CI: } 0.11 \sim 0.77, P = 0.012$)。结论: 本回顾性研究提示: LEDVT患者在滤器保护与规范抗凝前提下, 早期下床活动联合踝泵锻炼及同侧远端置管能促进下肢远端及整体CDT溶栓效率的提升、降低PTS发病率风险。

关键词

下肢深静脉血栓形成, 经导管接触性溶栓, 活动方式, 血栓后综合征

*通讯作者。

The Therapeutic Effect and Mid-Term Impact of the Combined Use of Catheter Thrombolysis Treatment in the Treatment of Deep Vein Thrombosis in the Lower Extremities

Lanxin Wen, Li Meng, Xuehu Wang*

The First Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing

Received: April 28, 2026; accepted: May 22, 2026; published: June 1, 2026

Abstract

Objective: This study aims to investigate the impact of different activity protocols on the clinical efficacy of catheter-directed thrombolysis (CDT), providing evidence-based support for enhanced recovery activity management during the peri-treatment period in patients with lower extremity deep venous thrombosis (LEDVT). **Methods:** A total of 128 LEDVT patients who received standardized treatment in our department from January 2020 to June 2022 were retrospectively enrolled and divided into a bed rest group (62 cases) and an early ambulation group (66 cases). Baseline data, efficacy outcomes, safety indicators, and mid-term prognosis were compared between the two groups, and corresponding statistical methods were applied for data analysis. Additionally, quantile regression was performed on the improvement value of venous patency score after thrombolysis, and multifactorial Firth-corrected logistic regression analysis was conducted on the incidence of post-thrombotic syndrome (PTS) to identify related influencing factors. **Results:** Both the early ambulation group and the bed rest group showed significant improvements in venous patency scores and VCSS scores before and after CDT thrombolysis ($P < 0.001$). Intergroup comparison indicated that distal and overall venous patency scores in the early ambulation group were significantly higher than those in the bed rest group ($P = 0.002$, $P = 0.017$). No statistically significant differences were observed between the two groups in terms of perioperative adverse event rates, mid-term PTS incidence, or Villalta scores ($P > 0.05$). Using the improvement value of thrombus patency score after thrombolysis as a continuous outcome variable, median quantile regression revealed that early ambulation contributed to a significantly greater improvement in overall venous patency scores compared to the bed rest group ($\beta = 1.003$, 95% CI 0.003~2.983, $P = 0.003$). Placement of the thrombolytic catheter in the distal vein was also beneficial to the improvement of overall vascular patency ($\beta = 0.797$, 95% CI: 0.048~1.998, $P = 0.048$). Postoperative overall patency score (baseline) was an important factor influencing the improvement value of post-thrombolysis vascular patency score, exerting a significant positive effect on the improvement of proximal, distal, and overall vascular patency scores (all $P < 0.05$). Multifactorial Firth-corrected regression confirmed that early ambulation might be associated with a reduced risk of developing PTS (OR = 0.30, 95% CI: 0.11~0.77, $P = 0.012$). **Conclusion:** This retrospective study suggests that for LEDVT patients under the premise of filter protection and standardized anticoagulation, early ambulation combined with ankle pump exercises and ipsilateral distal catheter placement can enhance the thrombolytic efficiency of CDT in the distal and overall lower extremity, and reduce the risk of post-thrombotic syndrome (PTS).

Keywords

Lower Extremity Deep Venous Thrombosis, Catheter-Directed Thrombolysis, Activity Protocol, Post-Thrombotic Syndrome

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

急性下肢深静脉血栓形成(Lower Extremity Deep vein thrombosis, LEDVT)是血液在下肢深静脉内异常凝结致血管腔阻塞、静脉回流障碍的疾病,多由手术、创伤和感染等原因引起[1],常表现为患肢突然肿胀、疼痛甚至股青肿,处理不及时可发生休克及静脉性坏疽,或因血栓脱落并发肺栓塞(Pulmonary embolism, PE)。若血栓清除不彻底可延续为慢性血栓,甚至发生深静脉血栓形成后综合征(Post-Thrombosis Syndrome, PTS),其治疗困难,预后不佳,严重影响患者生活质量,增加社会经济负担[1]。且LEDVT仍是目前须重视的危急重症,远端LEDVT 30天死亡率为2.57%,近端LEDVT30天死亡率为3.62%。

针对急性亚急性LEDVT,临床在抗凝治疗基础上,外科首选腔内治疗。目前腔内治疗主要有:经皮机械性血栓清除术(PMT)、大腔导管抽吸术、经皮腔内血管成形术及支架植入术、经导管接触性溶栓治疗(CDT)[2][3]。其中,CDT通过介入操作将溶栓导管精准置于血栓内部,实现溶栓药物局部高浓度释放,较全身系统溶栓,具有溶栓效率高、出血风险低、血栓清除彻底的优势,可最大程度保留静脉瓣膜功能、降低远期PTS发生风险[3]。其中年龄、血栓形成时间、血栓负荷、血流速度、凝血功能等均可影响CDT的治疗效果[4]。随着加速康复外科理念的广泛应用,近年来多项临床研究提示,早期下床活动可改善静脉回流、缓解肢体肿胀疼痛,提升患者康复质量,且并不会升高PE发生率[5]。但其对于各段静脉治疗效果是否一致,目前无相关循证学依据。笔者拟收集2020年1月~2022年6月于本单位行CDT治疗的急性及亚急性LEDVT患者,分析不同活动方式对其各段静脉溶栓有效性、安全性的影响,明确早期下床活动的临床价值,进一步指导临床合理选择患者的活动方式,促进LEDVT患者早日康复。

2. 方法

2.1. 研究对象

回顾性收集2020年1月~2022年6月于重庆医科大学附属第一医院血管外科住院,确诊单侧下肢DVT并接受标准化CDT腔内治疗的患者。

纳入标准:(1)发病病程 ≤ 30 天,经下肢静脉超声/DSA数字减影血管造影确诊单侧急性、亚急性下肢深静脉血栓;(2)首次接受CDT腔内溶栓治疗,连续溶栓时长 ≥ 24 h;(3)年龄 > 18 周岁,预期生存寿命 > 1 年;(4)术前基线、围术期治疗、术后随访临床资料完整无缺失。

排除标准:(1)病程 > 30 天慢性DVT、既往确诊血栓后综合征(PTS)病史;(2)非首次CDT治疗、既往下肢静脉腔内手术史、溶栓时长 < 24 h;(3)年龄 < 18 周岁,预期生存寿命 < 1 年;(4)妊娠期女性、晚期恶性肿瘤、先天性严重凝血功能障碍;(5)围术期资料缺失、随访失联、关键数据不全者。

分组依据:因本研究为回顾性研究,结合医疗病历、患者门诊及电话随访部分难以准确区分三种活动,加之踝泵运动为临床常规要求,几乎全覆盖,故结合实际情况将患者CDT围治疗期的活动方式分为

两组:

(1) 卧床组(n = 62): CDT 期间几乎全程卧床休息活动, 无下床活动。

(2) 下床组(n = 66): CDT 术后 24 h 即开始下床自主活动。

其中, 两组患者于床上休息时均配备一定强度的踝泵运动, 每次运动周期为“背伸 2 s-跖屈 2 s”, 每天大于 800 个周期。

2.2. 研究方法

所有入组患者均严格遵循重庆医科大学附属第一医院血管外科统一标准化诊疗流程, 即“急性 LEDVT 六步整体治疗方案”[6], 两组主要是围治疗期活动方式不同, 手术、溶栓、抗凝全流程干预方案基本一致, 尽可能排除治疗方案混杂偏倚。其中 CDT 时将多侧孔溶栓导管经导管鞘送至血栓病变节段内部, 确保溶栓导管全部侧孔完全埋入血栓内部; 或使用更软的深静脉导管(CVC)尽可能靠近病变血栓部位。采用尿激酶溶栓治疗, 首先予以 20~40 万 U 尿激酶行脉冲式首剂冲击, 后 24 h 持续均匀泵入接触性溶栓治疗, 合并泵入普通肝素的同时给予低分子肝素皮下注射或者利伐沙班口服抗凝。治疗全程动态监测患者血常规及凝血功能指标, 根据凝血结果灵活调整溶栓方案。

采用 SPSS 23.0 及 R 4.2 软件进行统计分析。计量资料经 Shapiro-Wilk 正态性检验后, 溶栓时间、溶栓药物剂量等符合正态分布者以均数 \pm 标准差(Mean \pm SD)表示, 采用独立样本 t 检验进行组间比较; 年龄、发病天数等不符合正态分布者以中位数(四分位数间距) [M (P25~P75)]表示, 采用 Mann-Whitney U 检验进行组间比较; 治疗前后配对数据采用 Wilcoxon 符号秩检验。计数资料以频数(百分比)表示, 采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法进行组间比较。连续变量血管通畅性评分以中位数为结点进行分位数回归分析(quantile regression), 进一步评估下床活动对血栓通畅改善的独立效果。为探究下床活动与 PTS 发生的独立关联, 采用 Firth 惩罚 Logistic 回归(firth logistic regression)控制潜在混杂因素, 结果以比值比(OR)及 95% 置信区间(CI)表示。所有检验均为双侧检验, 以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2.3. 观察指标

2.3.1. 基线资料

性别、年龄、血栓左右下肢侧别、高血压病史、糖尿病病史、冠心病病史、吸烟史、髂静脉压迫合并症、肺栓塞合并症、发病时长等。

2.3.2. 围术期治疗参数

总溶栓时长、尿激酶累计总用量、普通肝素总用量、溶栓导管类型、溶栓导管置管位置、术中是否球囊扩张、支架植入数量。

2.3.3. 疗效评价指标

(1) 静脉通畅性评分: 血管通畅性评分主要参考 VTBS 分段评分, 将下肢静脉分为 8 段, 对每个部位的静脉通畅情况进行评分并求和, 其中, 管腔完全通畅计 0 分, 管腔狭窄率 $< 50\%$ 计 1 分, 管腔狭窄率为 $50\% \sim 80\%$ 计 2 分, 管腔重度及完全闭塞计 3 分, 同时下腔静脉、髂总静脉、髂外静脉附以 2 分/侧权重, 股总静脉、股浅静脉、腘静脉、胫腓干 1 分/侧权重, 肌间静脉 0.5 分/侧权重, 总分为 0~31.5 分。且为进一步区分各段血管疗效差异, 本研究将整体血管通畅性评分再分为近端及远端, 近端血管包括下腔静脉至股浅静脉, 远端血管包括腘静脉至肌间静脉。

(2) 静脉临床严重程度评分(VCSS 评分)。

(3) 中远期预后: 术后 3 年 PTS 发生率、Villalta 评分。

2.3.4. 安全性评价指标

围术期临床相关非严重出血事件、低蛋白血症、药物过敏反应、围术期血红蛋白下降幅度等；其中临床相关非严重出血事件定义为：皮肤黏膜瘀斑、牙龈出血、鼻出血等，无需特殊止血处理即可自行缓解，不影响治疗进程的出血。另外血红蛋白下降水平根据溶栓前血红蛋白与溶栓过程中最低血红蛋白的差值分为3级，I级，差值 < 30 g/L；II级，差值 30~60 g/L；III级，差值 ≥ 60 g/L。

3. 结果

3.1. 基线资料

共纳入 128 例深静脉血栓形成患者，其中卧床组 62 例，下床活动组 66 例。两组在年龄、性别、合并症及术前血管通畅性评分、严重程度评分等基线特征方面均无统计学差异(均 $P > 0.05$ ，详见表 1)。

Table 1. Basic clinical characteristics of included patients

表 1. 纳入患者基本临床特征

| 变量 | 总体(n = 128) | 卧床组(n = 62) | 下床组(n = 66) | P 值 |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|
| 女性, n (%) | 78 (60.9%) | 41 (66.1%) | 37 (56.1%) | 0.279 |
| 年龄(岁) | 60 (50.8~69) | 57.5 (48.2~67.5) | 65.5 (54.2~70.5) | 0.051 |
| 左侧血栓, n (%) | 100 (78.1%) | 52 (83.9%) | 48 (72.7%) | 0.140 |
| 高血压, n (%) | 27 (21.1%) | 11 (17.7%) | 16 (24.2%) | 0.394 |
| 糖尿病, n (%) | 12 (9.4%) | 4 (6.5%) | 8 (12.1%) | 0.367 |
| 冠心病, n (%) | 8 (6.2%) | 2 (3.2%) | 6 (9.1%) | 0.275 |
| 既往史, n (%) | 89 (69.5%) | 47 (75.8%) | 42 (63.6%) | 0.179 |
| 吸烟史, n (%) | 34 (27.0%) | 18 (29.5%) | 16 (24.6%) | 0.554 |
| 合并肺栓塞, n (%) | 44 (34.4%) | 19 (30.6%) | 25 (37.9%) | 0.458 |
| 术前总发病时间(天) | 6 (3~11) | 6 (3~11.8) | 5.5 (3.2~11) | 0.643 |
| 髂静脉压迫, n (%) | 61 (47.7%) | 33 (53.2%) | 28 (42.4%) | 0.288 |
| 术前 VCSS 评分 | 4 (3~5) | 4 (3~5) | 4 (4~5) | 0.445 |
| 术前近端通畅评分 | 13 (10~15) | 13.5 (11~15) | 13 (9~15) | 0.485 |
| 术前远端通畅评分 | 2.00 (1.00, 3.00) | 2.00 (1.00, 2.88) | 2.00 (1.00, 3.00) | 0.375 |
| 术前整体通畅评分 | 15 (12~16.6) | 15 (12.6~16.9) | 14.8 (10.5~16.5) | 0.565 |

3.2. 围术期参数

收集围术期相关参数详见表 2：下床活动组 CVC 管较之 CDT 溶栓管使用率显著高于卧床组(75.8% vs 50.0%, $P = 0.003$)，溶栓管置于远端较之近端比例亦更高(71.2% vs 45.2%, $P = 0.005$)。其余围手术期参数：溶栓时间、尿激酶总量及肝素用量及球囊扩张、支架植入等较均衡，均无统计学意义(均 $P > 0.05$)。

3.3. 溶栓疗效比较

两组患者溶栓治疗后各项评分较术前均显著改善(配对 Wilcoxon 检验, 均 $P < 0.001$)。在组间比较中，下床活动组的远端通畅评分及整体通畅性评分均显著高于卧床组($P = 0.002$, $P = 0.017$)；近端通畅评分($P = 0.175$)及 VCSS 评分($P = 0.094$)两组差异无统计学意义，详见表 3。

Table 2. Comparison of perioperative parameters between the two groups of patients
表 2. 两组患者围手术期参数比较

| 变量 | 总体(n = 128) | 卧床组(n = 62) | 下床组(n = 66) | P 值 |
|------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|
| 溶栓时间(天), Mean ± SD | 4.9 ± 2.0 | 5.0 ± 2.2 | 4.9 ± 1.8 | 0.851 |
| 尿激酶总量(万 IU), Mean ± SD | 380.2 ± 165.8 | 389.5 ± 179.8 | 371.4 ± 152.4 | 0.728 |
| 肝素总量(U), Mean ± SD | 60,263 ± 36,909 | 62,008 ± 36,981 | 58,624 ± 37,049 | 0.678 |
| 放置下腔静脉滤器, n (%) | 125 (97.7%) | 61 (98.4%) | 64 (97.0%) | 1.000 |
| 球囊扩张, n (%) | 100 (78.1%) | 50 (80.6%) | 50 (75.8%) | 0.529 |
| 放置支架, n (%) | | | | 0.976 |
| 0 枚 | 68 (53.1%) | 33 (53.2%) | 35 (53%) | |
| 1 枚 | 34 (26.6%) | 16 (25.8%) | 18 (27.3%) | |
| 2 枚 | 15 (11.7%) | 8 (12.9%) | 7 (10.6%) | |
| 3 枚 | 11 (8.6%) | 5 (8.1%) | 6 (9.1%) | |
| CVC 溶栓管, n (%) | 81 (63.3%) | 31 (50%) | 50 (75.8%) | 0.003 |
| 溶栓管位置, n (%) | | | | 0.005 |
| 近端 | 53 (41.4%) | 34 (54.8%) | 19 (28.8%) | |
| 远端 | 75 (58.6%) | 28 (45.2%) | 47 (71.2%) | |

Table 3. Comparison of thrombolytic efficacy between two groups of patients (score)
表 3. 两组患者溶栓疗效比较(评分)

| | 卧床组术后 | 卧床组溶栓后 | P 配对 | 下床组术后 | 下床组溶栓后 | P 配对 | 组间 P |
|---------|-----------|-----------|--------|-----------|-----------|--------|-------|
| 近端通畅评分 | 6 (4~8) | 4 (2~5) | <0.001 | 6 (3~7.8) | 3 (2~4.8) | <0.001 | 0.175 |
| 远端通畅评分† | 2 (1~2.5) | 1 (0.5~1) | <0.001 | 2 (1~2.5) | 0.5 (0~1) | <0.001 | 0.002 |
| 整体通畅评分 | 7.5 (5~9) | 4.2 (3~6) | <0.001 | 7 (4.6~9) | 3.2 (2~5) | <0.001 | 0.017 |
| VCSS 评分 | 4 (3~5) | 1 (0~1) | <0.001 | 4 (4~5) | 1 (1~1) | <0.001 | 0.094 |

注: †远端通畅评分仅纳入术后远端通畅性评分 > 0 的 99 例。组间比较采用 Brunner-Munzel 检验; P 配对的 Wilcoxon 符号秩检验; 组间 P 为 Mann-Whitney U 检验或 Brunner-Munzel 检验。

3.4. 溶栓安全性评价

两组围手术期安全性总体相当(详见表 4)。临床相关非严重出血发生率两组差异无统计学意义(下床组 9.1% vs 卧床组 3.2%, $P=0.275$), 其中 8 例均为鼻出血、穿刺点周围渗血、瘀斑表现, 仅下床组存在一例左腓动脉假性动脉瘤及血栓形成。低蛋白血症、过敏反应及血红蛋白下降水平两组分布亦均无显著统计学差异(均 $P > 0.05$)。

3.5. 血栓后综合征随访结果

3 年随访期内, 卧床组 PTS 发生率 30.6% (19/62) 虽较下床活动组 16.7% (11/66) 稍高, 但两组差异未达统计学意义(Fisher 精确检验, $P = 0.094$)。Villalta 评分中位数两组相近($P = 0.403$), 详见表 5。

Table 4. Comparison of perioperative safety between two groups of patients**表 4.** 两组患者围手术期安全性事件比较

| 不良事件 | 总体(n = 128) | 卧床组(n = 62) | 下床组(n = 66) | P 值 |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------|
| 临床相关非严重出血, n (%) | 8 (6.2%) | 2 (3.2%) | 6 (9.1%) | 0.275 |
| 低蛋白血症, n (%) | 28 (21.9%) | 14 (22.6%) | 14 (21.2%) | 1.000 |
| 过敏反应, n (%) | 2 (1.7%) | 0 (0%) | 2 (3.2%) | 0.497 |
| 血红蛋白下降 | | | | 0.132 |
| <30 g/L, n (%) | 94 (73.4%) | 48 (77.4%) | 46 (69.7%) | |
| 30~60 g/L | 30 (23.4%) | 14 (22.6%) | 16 (24.2%) | |
| >60 g/L | 4 (3.1%) | 0 (0.0%) | 4 (6.1%) | |

Table 5. Incidence of post thrombotic syndrome (PTS) in two groups of patients followed up for 3 years**表 5.** 两组患者随访 3 年血栓后综合征(PTS)发生情况

| 指标 | 卧床组(n = 62) | 下床组(n = 66) | P 值 |
|----------------|-------------|-------------|-------|
| PTS 发生率, n (%) | 19 (30.6%) | 11 (16.7%) | 0.094 |
| Villalta 评分(分) | 2 (2~6) | 2 (2~3) | 0.403 |

注: PTS 诊断标准为 Villalta 评分 ≥ 5 分; P 值采用 Fisher 精确检验或 Mann-Whitney U 检验。

3.6. 分位数回归分析

以血栓通畅性评分改善差值为连续结局变量, 采用中位数分位数回归进行多因素分析, 校正年龄、术前总发病时间、髂静脉压迫情况、溶栓管位置、溶栓时间、尿激酶总量及术后整体通畅评分(基线)等混杂因素后, 结果详见表 6。

Table 6. Quantile regression analysis results (with median as the node, dependent variable: difference in improvement of thrombus patency)**表 6.** 分位数回归分析结果(以中位数为结点, 因变量: 血栓通畅改善值)

| 变量 | 近端通畅改善 | | | 远端通畅改善 | | | 整体通畅改善 | | |
|-------------------------|--------|--------------|--------|--------|--------------|-------|--------|--------------|--------|
| | 系数 | 95% CI | P 值 | 系数 | 95% CI | P 值 | 系数 | 95% CI | P 值 |
| 下床活动组 | 0.262 | 0.390~0.862 | 0.390 | 0.278 | 0.059~1.911 | 0.059 | 1.003 | 0.003~2.983 | 0.003 |
| 年龄 | -0.002 | -0.162~0.872 | 0.872 | -0.001 | -0.283~0.778 | 0.778 | -0.012 | -1.092~0.277 | 0.277 |
| 术前总发病时间 | -0.024 | -1.036~0.302 | 0.302 | -0.006 | -0.521~0.604 | 0.604 | -0.006 | -0.280~0.780 | 0.780 |
| 髂静脉压迫 | 0.343 | 0.285~1.073 | 0.285 | 0.046 | 0.316~0.753 | 0.753 | 0.181 | 0.556~0.590 | 0.556 |
| CVC 溶栓管 | -0.671 | -1.587~0.115 | 0.115 | 0.217 | 0.367~0.906 | 0.367 | -0.615 | -1.734~0.086 | 0.086 |
| 溶栓管位置 (远端 vs 近端) | 0.476 | 0.280~1.086 | 0.280 | 0.017 | 0.069~0.945 | 0.945 | 0.797 | 0.048~1.998 | 0.048 |
| 溶栓时间 | 0.077 | 0.470~0.639 | 0.639 | -0.069 | -1.312~0.193 | 0.193 | -0.128 | -0.679~0.498 | 0.498 |
| 尿激酶总量 | -0.000 | -0.001~0.999 | 0.999 | 0.001 | 0.170~1.384 | 0.170 | 0.002 | 0.298~1.046 | 0.298 |
| 术后血管整体 通畅性评分 (基线) | 0.389 | 0.000~5.989 | <0.001 | 0.050 | 0.030~2.206 | 0.030 | 0.457 | 0.000~8.061 | <0.001 |

其一可见活动方式的有效性，下床活动组整体血管通畅性改善值显著高于卧床组($\beta = 1.003$, 95% CI 0.003~2.983, $P = 0.003$)，在远端通畅性改善值方面，下床活动组也呈现出改善趋势($\beta = 0.278$, $P = 0.059$)，但未达到统计学显著性水平；两组在近端血管上改善无显著差异($P = 0.390$)。

二是溶栓管位置(远端 vs 近端)对整体通畅改善存在显著正向影响(回归系数 = 0.797, 95% CI: 0.048~1.998, $P = 0.048$)，将溶栓管置于远端更有利于患者整体血栓通畅的改善；而溶栓管类型(CVC vs CDT)、溶栓时间及尿激酶总量对各部位通畅改善值均无显著影响(P 均 >0.05)。

第三术后血管整体通畅评分(基线)是影响血管通畅性改善的重要因素，对近端、远端及整体三者的通畅性评分改善均存在显著正向影响($P < 0.05$)；而年龄、术前发病时间、髂静脉压迫等一般临床因素，在本模型中对血栓通畅改善值均无显著影响(P 均 >0.05)。

3.7. 多因素 Firth 惩罚 Logistic 回归分析

以 PTS 是否发生为因变量，纳入年龄、术前总发病时间、髂静脉压迫情况、溶栓管位置、溶栓后整体通畅评分、尿激酶总量及术后 VCSS 评分为协变量，采用 Firth 惩罚 Logistic 回归分析。结果显示(图 1)：下床活动组发生 PTS 的风险显著低于卧床组($OR = 0.30$, 95% CI: 0.11~0.77, $P = 0.012$)，尿激酶总量与 PTS 发生风险存在微弱负相关($OR = 1.00$, 95% CI: 0.99~1.00, $P = 0.022$)，足量尿激酶溶栓可减少 PTS 发生风险。其余变量(年龄、发病时间、髂静脉压迫、溶栓管位置、整体通畅评分及 VCSS 评分)均未达统计学意义(均 $P > 0.05$)。

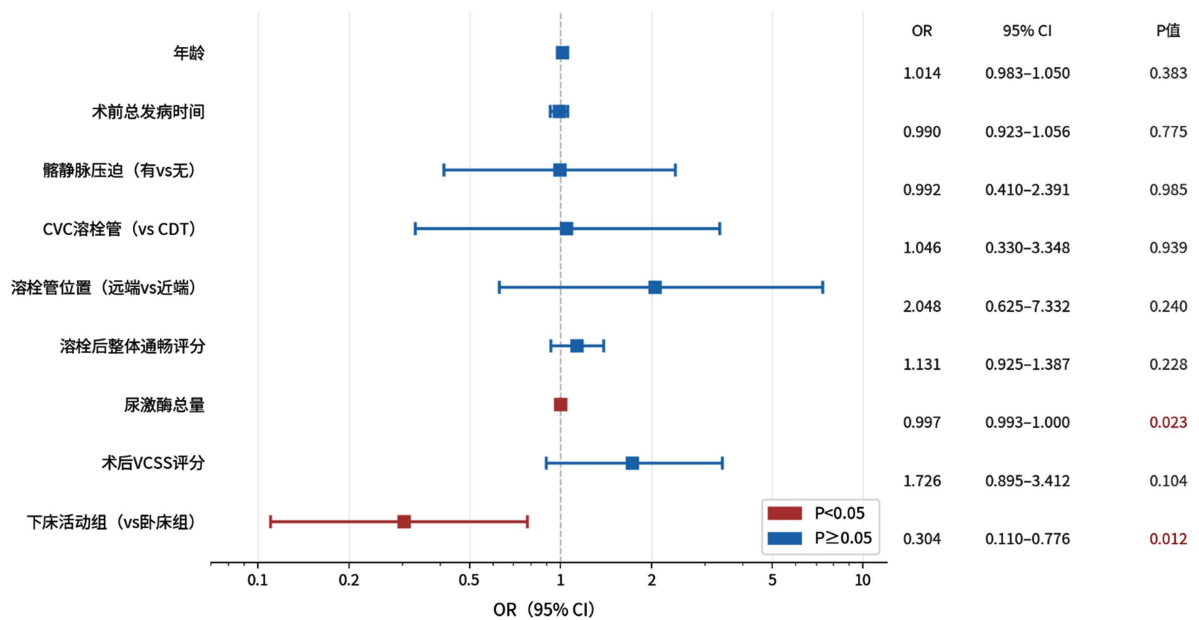


Figure 1. Multivariable Firth penalized Logistic regression forest plot of PTS incidence

图 1. PTS 发生率的多因素 Firth 惩罚 Logistic 回归森林图

4. 讨论

4.1. 早期下床活动可能提高 CDT 临床溶栓疗效

回顾性队列研究可见，两组经标准化抗凝 - 放置滤器 - 吸栓 - 必要时球囊扩张及支架植入的 DVT 患者，在不同活动方式下行 CDT 治疗后，静脉通畅性评分及静脉临床严重程度 VCSS 评分均显著改善($P <$

0.001), 证实 CDT 技术本身对急性(106, 83%)/亚急性(22, 17%) LEDVT 治疗具有显著疗效。组间对比显示, 早期下床组远端及整体静脉通畅性评分改善显著优于卧床组($P = 0.002$, $P = 0.017$); 近端静脉通畅性评分($P = 0.175$)及 VCSS 评分($P = 0.094$)无统计学差异。考虑原因主要是: 早期下床活动联合踝泵运动通过直立体位变化与下肢运动发挥下床行走对近段、中段静脉的血流速度驱动作用, 强化“肌肉泵”对远端静脉的强效驱动作用, 加大远端血流灌注, 协同提升远端血栓溶解效率, 促进整体血管通畅。加之本次纳入下床活动组的病人, 多于患者同侧远端静脉(47/66, 71.2%)置入 CVC 深静脉导管(50/66, 75.8%), 溶栓药物首先在远端释放, 高浓度剂量亦能增益远端血栓溶栓效果。故后续需进一步纳入分位数分析评估溶栓管位置、类型对疗效的混杂影响。

而近端血栓(下腔静脉至股浅静脉)因其血管管腔粗、血栓负荷大, 其通畅性恢复多依赖术中机械抽栓、球囊扩张及支架植入等介入干预, CDT 仅能清除残余血栓对整体评分影响相对有限。另一方面可能也与下床活动组实际锻炼不到位所致, 临床患者可因下肢酸胀疼痛、置管不适、心理担忧等多种因素影响, 致下床活动的强度、频率大多难以达标, 可参考 Rahemi H [7]等人发明的运动游戏, 借助无线足部传感器(LEGSys; BioSensics LLC, 马萨诸塞州沃特敦)要求患者活动中点亮计算机上的 200 个圆形目标中心, 以此量化患者运动量, 监督其锻炼到位, 真正实现有效的血液流动。

本次应用静脉临床严重程度评分(VCSS 评分[8])综合反映肢体疼痛、肿胀、静脉曲张、色素沉着、炎症相关全身症状, 两组经标准化溶栓治疗后均实现症状大幅缓解, 溶栓后 2 组 VCSS 评分均有明显好转, 但两组间 VCSS 评分前后对比($P = 0.094$)以及 VCSS 评分改善差值($P = 0.585$)均无显著差异, 可能与手术、溶栓效果好及其每一栏仅分 0~4 级差距不大相关。可参考彭伟[9]采用视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)评分[10] 1~10 分更细致地评估疼痛等级, 其见胫后静脉置管溶栓 VAS 评分为(2.38 ± 0.49)低于经腓静脉置管溶栓的(2.65 ± 0.50)分, ($P < 0.05$)。

4.2. 早期下床活动对 CDT 的临床安全性分析

安全性方面, 两组围术期临床非严重出血、低蛋白血症、过敏反应、血红蛋白下降程度等不良事件发生率均无统计学差异($P > 0.05$), CDT 围治疗期早期下床活动并不会升高不良安全事件的风险[11]。这与滕碧云[12]等人的研究结论相一致。推测其核心原因在于所有患者均接受下腔静脉滤器保护, 可有效拦截急性期血栓脱落, 避免 PE 发生; 同时全程采用规范抗凝治疗, 严格监测凝血功能, 将 APTT 维持在合理范围, 降低出血风险, 为早期下床活动提供了安全保障。甚至近期 Alhewy MA 等人研究发现, 就算无 IVC 滤器的急性髂股深静脉血栓采用 CDT 治疗亦是安全的, 且与 PE 风险增加无关, 可尝试不常规强制使用滤器[13]。

4.3. 影响血管通畅性评分改善值的因素

采用分位数回归行多因素分析可见活动方式、溶栓管位置及术后血管通畅性评分 3 点是影响整体血管通畅性评分改善值的关键因素。结合活动方式及溶栓管位置这 2 因素, 再次验证了笔者所在科室自 2022 年来便在国内积极倡导小腿血管置管溶栓, 即“行走的溶栓”这一理念的合理性[6]: 自主创新使用柔软不易打折、无金属管芯且无需配套血管鞘的 CVC 导管经膝下深静脉置入, 作为术后溶栓通道, 配套使用便携式输液泵嘱患者尽早下床行走, 能显著增强溶栓效果, 并减少 50%左右溶栓药物尿激酶的剂量, 降低出血并发症等风险, 加速患者康复[12]。其组合策略显示出增强溶栓效果、减少溶栓药物剂量、降低出血并发症风险的潜力, 但鉴于回顾性设计的局限及置管方式与活动方式的共线性问题, 各要素的独立贡献尚需大量样本的前瞻性研究进一步分离分析。

针对溶栓管位置, 彭伟等人[9]仅控制这一因素, 平均随访 1 年, 对比腓静脉置管, 更远端的胫前或

胫后入路 CDT 其溶栓时间(3.60 ± 1.13) d 更短($P = 0.002$)、溶栓后血管通畅性评分(0.75 ± 0.26)更低($P = 0.004$)、深静脉再通率(95.63 ± 6.90)%及患肢消肿率(96.88 ± 5.02)%提升更高($P = 0.016$, $P = 0.018$), 且 Villalta 评分(1.58 ± 2.43)更低(腘静脉(2.76 ± 1.90)分), 差异有统计学意义。Chen XJ 等人[14]亦验证胫静脉术后血栓清除效果显著优于腘静脉($P < 0.05$), 且两组患者在大腿肿胀减轻、出血相关并发症或术后并发症的发生率上无统计学显著差异($P > 0.05$)。但更远端的足背静脉溶栓, 效果似乎不如胫前或胫后入路置管溶栓, 丁振[15]对比经小隐或者腘静脉置管的 CDT 75 例、足背溶栓 46 例、单纯抗凝 65 例共 3 组病人的静脉通畅率(84.2 ± 9.6)%、(44.7 ± 12.5)%和(23.3 ± 11.9)%, Villalta 评分(3.3 ± 2.0)分、(4.9 ± 1.9)分和(6.4 ± 19.0)分, 见其组间比较差异均具有统计学意义, CDT 表现最佳。同样陈亮[16]将经健侧股静脉、患侧腘静脉、患侧大隐静脉行 CDT 溶栓的患者 30 例与经足背静脉溶栓的 30 例病人对比发现经 CDT 溶栓其患肢消肿率为($82.39\% \pm 16.28\%$)远高于足背($62.58\% \pm 18.87\%$); 静脉通畅度($62.18\% \pm 18.39\%$)亦高于足背组($39.28\% \pm 23.36\%$), 差异均有统计学意义($P < 0.05$)。而 Qian C 等人[17]发现同侧腘静脉入路的 CDT 术后血管通畅度均优于对侧股总静脉置管($P < 0.0001$)。

总之, CDT 置管时可优先选择同侧远端置管, 胫前胫后静脉优于腘静脉, 可尝试小隐静脉, 足背静脉溶栓效果稍差。我们推测导管位于远端溶栓效果更好可能是因为: (1) 我国目前针对 LEDVT 所采用的溶栓药物多为尿激酶, 其本质为纤维酶原激活剂, 需充分进入血液后, 与血流混和催化裂解纤溶酶原成为纤溶酶再直接对血栓发挥作用。尿激酶自远心端即进入血液, 有一定的距离和时间与血液混合, 催化效果可能更好。(2) 因近心端血管更为粗大, 同样剂量的尿激酶在近心端填充情况可能不如远端, 更多可能随血液流动到全身, 而难以在局部聚集和血栓充分反应。且导管在近端血管内占位, 会影响远端血液回流, 增加远端静脉形成血栓的风险。(3) 导管进入体内越长, 患者不适感可能更重, 严重影响其感受体验及主动肢体活动。患者活动差, 血流速度慢, 也会导致溶栓效果差。

术后血管通畅性评分(溶栓基线)能显著正向影响($P < 0.05$)近段、远段、整体三者的血管通畅性评分改善差值, 提示患者 CDT 治疗前静脉越不通畅, 溶栓治疗后获得的通畅改善幅度越大, 这与临床预期相符, 也提示基线通畅评分可作为评估溶栓治疗获益潜力的重要指标。且 F. Aziz 研究发现[18], 术后血管通畅性评分越小, 即残余血栓越少, DVT 复发风险越低。在残留血栓 $\geq 50\%$ (平均 80%)的患者中, 50% (4/8) 复发; 而残留血栓 $< 50\%$ (平均 35%)的患者仅 5% (3/67)复发 DVT ($P = 0.0014$)。

4.4. 影响中期 PTS 发生的因素

中期预后方面, 两组 CDT 治疗患者 3 年后 PTS 发生率(卧床 19/30.6% vs 下床 11/16.7%)及 Villalta 评分均无统计学差异($P > 0.05$), 多因素行 Firth 惩罚 Logistic 回归分析可见, 下床活动是影响 3 年后 PTS 发生的独立相关因素($OR = 0.30$, 95% CI: 0.11~0.77, $P = 0.012$)。早期下床活动虽未能显著减少中期 PTS 的发生率, 但能降低中期 PTS 发生的风险。目前关于单纯探究活动方式对 CDT 后 PTS 发生率的影响试验较少, 不过就 CDT 本身而言能否降低中长期 PTS 发生率仍处于模糊状态。CaVenT 临床试验报告纳入 209 人, 与单纯抗凝相比, 联合 CDT 治疗可减少 2 年后(41% CDT vs 56% no-CDT, $P = 0.047$)及 5 年随访后(42% CDT vs 70% No-CDT, $P < 0.01$)的 PTS 发生率, 即使大部分都是轻度 PTS [19]。而美国国立卫生研究院(NIH)资助的随机试验: 共纳入 692 名急性髂股 DVT 患者随访两年后则发现其对 PTS 发生率无显著影响(PCDT 47% vs No-PCDT 48%, $P = 0.56$)。不过亚组分析发现, 相较年轻人, ≥ 65 岁患者在接受 PCDT 治疗后更易发生 PTS ($P = 0.04$) [20]。同时 Engeseth M 等人[21]亦发现年龄较小及基线更高的 Villalta 评分可作为 PTS 的独立预测因子, 年龄每增加 1 岁, PTS 风险降低 4% ($OR = 0.96$, 95% CI: 0.93~0.99)。荷兰 CAVA 试验将 184 名急性髂股静脉血栓患者随机分配至超声辅助导管溶栓(UA-CDT)组或单纯抗凝治疗组, 结果显示两组 1 年 PTS 发生率(29% vs 35%, HR 0.82, 95% CI 0.47~1.41, $P = 0.42$)及生活质量评分

(VEINES-QOL, $P = 0.91$)亦无显著差异[22]。由此可见高质量的随机对照试验结果亦不一致, 故文超群等人对影响 PTS 发生的因素纳入多因素分析, 直接收集分析本院 3 年 119 例行介入综合治疗的 DVT 患者数据, 随访 3 年后最终见超重、病程长、伴静脉曲张、血栓清除分级低与 DVT 介入综合治疗后仍发生 PTS 的风险密切相关[23]。而 Zheng Y 等人回顾分析 171 名接受 CDT 治疗的急性 LEDVT 患者, 1 年后 PTS 发生率为 36.84%, 而高 BMI ($>24.33 \text{ kg/m}^2$)的患者群体中 PTS 风险显著增加; 另外疾病时间 $> 7 \text{ d}$ 、混合型 DVT、静脉曲张史、压力治疗时间 > 6.5 个月及滤器类别, 均为急性下肢 DVT 治疗 PTS 的风险因素[24]。可惜, 两个实验所纳入的相关因素里不包含“活动方式”这一因素, 无法与笔者研究相互验证。

4.5. 创新点与局限性

本研究的创新点在于, 完整阐释了卧床、下床行走及踝泵运动 3 不同活动方式对下肢股总、股浅、腘静脉各段 CDT 临床疗效的影响, 同时聚焦 CDT 围治疗期分段静脉通畅性, 弥补了现有研究多关注整体通畅性、忽视近端静脉改善的不足。

但本研究仍存在一定局限性: 一是临床部分为单中心、回顾性队列研究, 活动方式的分组并非随机分配, 临床医师常鼓励更年轻、全身状况更好、血栓程度较轻的患者早期下床, 存在明显选择偏倚, 组间疗效差异可能部分源于系统性偏倚而非活动方式本身。因此, 本研究结论的外推性受到明显限制, 不能直接推导为活动方式的因果关系。二是置管方式的混杂影响。如表 2 所示, 下床活动组与卧床组在导管类型(CVC vs CDT)和置管位置(远端 vs 近端)上存在显著不平衡($P = 0.003, P = 0.005$)。这一现象并非偶然——在临床实践中, CVC 导管因其柔软、无金属管芯、无需血管鞘等特性, 更便于远端(如股前/股后静脉)置管, 且更适配“行走的溶栓”策略, 这种“活动方式”与“置管方式”的高度关联, 使得二者的独立效应在统计学上几乎无法分离。即使多因素模型尝试校正置管位置(表 6、图 1), 但由于二者的共线性, 统计学校正的效力有限, 活动方式的回归系数可能仍有残存混杂。因此, 本研究观察到的“早期下床活动的获益”不能排除置管方式偏倚的影响, 更合理的解读是: 远端 CVC 置管联合早期下床活动这一组合策略的综合效应, 而非任何单一因素的独立效果。三是活动强度与依从性无法量化。本研究为回顾性设计, 无法客观量化患者实际下床行走的频次、时长与强度。四是样本量与随访时间的限制。本研究纳入 128 例患者, 样本量有限, 可能导致部分亚组分析, 如 PTS 发生率 23.4% (30/128)检验效能不足。此外, 3 年的随访期虽能反映中期预后, 但 DVT 相关长期并发症(如重度 PTS、静脉性溃疡等)可能需要更长时间才能充分显现。第五, 本研究未纳入生活质量评分(如 VEINES-QOL)或患者主观症状体验等指标, 无法全面反映活动方式对患者康复体验的影响。

综上所述, 后续研究亟需开展前瞻性多中心随机对照试验, 将活动方式作为干预变量进行随机化, 并将置管方式(导管类型、置管位置)作为重要的分层因素或标准化步骤加以控制, 同时采用可穿戴设备客观量化活动量, 扩展样本量并延长随访时间, 补充患者报告结局指标, 以期 DVT 围治疗期加速康复策略提供高等级循证依据。

5. 结论

(1) 临床回顾性队列研究显示, CDT 围治疗期早期下床活动合并踝泵运动可显著改善下肢深静脉血栓溶通效果(尤其在远端及整体血管通畅性评分方面), 并可使 3 年 PTS 发生风险降低约 70% ($OR = 0.30$), 且不增加围术期非严重出血、过敏反应、低蛋白血症等不良安全事件发生风险。

(2) 分位数回归分析, 早期下床活动、溶栓管置于远端及术后血管通畅性评分高是提升整体血管通畅性评分改善值的关键因素, 但活动方式的独立贡献度仍有待剥离置管方式混杂后的前瞻性研究予以验证。

(3) 综合现有数据: 下肢 DVT 腔内治疗围术期, 在滤器保护与规范抗凝前提下, 远端 CVC 置管联

合早期下床活动及踝泵锻炼这一组合策略显示出优化溶栓结局的潜力,符合血管外科加速康复外科理念。

声明

本研究为回顾性临床研究,已依据伦理规范免除患者知情同意(伦理审批号:2025-609-01)。

参考文献

- [1] 李晓强, 张福先, 王深明. 深静脉血栓形成的诊断和治疗指南(第三版) [J]. 中国血管外科杂志(电子版), 2017, 9(4): 250-257.
- [2] 中国微循环学会周围血管疾病专业委员会下肢静脉腔内治疗专业委员会. 急性下肢深静脉血栓形成腔内治疗专家共识[J]. 血管与腔内血管外科杂志, 2023, 9(5): 513-519.
- [3] Schlager, O., Campello, E., Madaric, J., Belch, J., Mazzolai, L., Brodmann, M., *et al.* (2025) 2025 ESVM Guidelines on Interventional Treatment of Venous Thromboembolism. *Vasa*, **54**, 365-381. <https://doi.org/10.1024/0301-1526/a001211>
- [4] 李雷, 余朝文, 高涌. 导管溶栓治疗下肢深静脉血栓形成近期疗效的影响因素分析[J]. 中华解剖与临床杂志, 2022, 27(5): 349-352.
- [5] 黄志军, 曲乐丰, 景在平, 等. 急性下肢深静脉血栓形成早期下床活动与卧床治疗的前瞻性随机对照研究[J]. 中华普通外科杂志, 2010, 25(9): 737-739.
- [6] 李凤贺, 王学虎, 曾秋, 等. 下肢深静脉血栓治疗加速康复体系构建与实践[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2025, 32(4): 410-415.
- [7] Rahemi, H., Chung, J., Hinko, V., Hoeglinger, S., Martinek, W.A., Montero-Baker, M., *et al.* (2018) Pilot Study Evaluating the Efficacy of Exergaming for the Prevention of Deep Venous Thrombosis. *Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders*, **6**, 146-153. <https://doi.org/10.1016/j.jvsv.2017.08.019>
- [8] Zhu, H., Zhang, N., Ni, Y. and Sun, Q. (2025) A Novel Approach to Venous Clinical Severity Score Prediction: Combining Metaheuristic Algorithm and Random Forest Classification. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*. <https://doi.org/10.1080/10255842.2025.2514133>
- [9] 彭伟, 丁锦辉, 陈智勇, 等. 不同入路置管溶栓结合介入手术在 IVCS 并发急性 DVT 患者中的比较研究[J]. 重庆医科大学学报, 2026, 51(1): 139-145.
- [10] Xu, R.H., Yang, C. and Rencz, F. (2026) A Quantitative Exploration of the Performance of a Potential “Health and Well-Being” Visual Analog Scale (EQ-HWB VAS) for the EQ-HWB-9. *Value in Health*. <https://doi.org/10.1016/j.jval.2026.02.013>
- [11] Xiang, S. and Wang, X. (2026) A Review of the Effectiveness and Safety of Catheter-Directed Thrombolysis for Venous Thromboembolism. *Journal of Endovascular Therapy*, **33**, 569-583. <https://doi.org/10.1177/15266028241284470>
- [12] Teng, B., Li, F., Wang, X., Tian, H., Zhao, Y. and Zeng, Q. (2023) Central Venous Catheter as a Novel Approach to Post-operative Thrombolysis in Patients with Acute Iliofemoral Deep Venous Thrombosis. *Clinical and Experimental Hypertension*, **45**, Article ID: 2224940. <https://doi.org/10.1080/10641963.2023.2224940>
- [13] Alhewy, M.A., Hanbal, I.H., Abdelhafez, A.A., Metwaly, M.H., Abdelmohsen, A.A., Ghazala, E.A.e., *et al.* (2025) The Outcome of Endovenous Intervention for Acute Iliofemoral Deep Venous Thrombosis with and without Inferior Vena Cava Filter. *Perfusion*, **40**, 581-589. <https://doi.org/10.1177/02676591241247294>
- [14] Chen, X., Luo, Q., Xu, W. and Luo, H. (2025) Comparative Study of Two Different Access Points, One Tibial Vein and the Popliteal Vein, for Catheter-Directed Thrombolysis in the Treatment of Acute Mixed Lower Extremity Deep Vein Thrombosis. *Annals of Vascular Surgery*, **110**, 110-119. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2024.05.011>
- [15] 丁振, 潘力生, 方灿军, 等. 下肢深静脉血栓 3 种治疗方法的效果比较[J]. 血管与腔内血管外科杂志, 2016, 2(4): 311-316.
- [16] 陈亮, 顾建平, 何旭, 等. 经导管溶栓与经足背静脉溶栓治疗下肢深静脉血栓形成的对比分析[J]. 中国医疗设备, 2014, 29(12): 39-42.
- [17] Qian, C., Jiang, W., Guo, K., Wang, T., Lou, W., Li, Y., *et al.* (2025) Impact of Catheter-Directed Thrombolysis Access Approach on Entire-Limb Deep Vein Thrombosis: A Focus on Inflow Patency. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, **12**, Article 1663587. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2025.1663587>
- [18] Aziz, F. and Comerota, A.J. (2012) Quantity of Residual Thrombus after Successful Catheter-Directed Thrombolysis for Iliofemoral Deep Venous Thrombosis Correlates with Recurrence. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, **44**, 210-213. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2012.04.016>

-
- [19] Haig, Y., Enden, T., Grøtta, O., Kløw, N., Slagsvold, C., Ghanima, W., *et al.* (2016) Post-thrombotic Syndrome after Catheter-Directed Thrombolysis for Deep Vein Thrombosis (CaVenT): 5-Year Follow-Up Results of an Open-Label, Randomised Controlled Trial. *The Lancet Haematology*, **3**, e64-e71. [https://doi.org/10.1016/s2352-3026\(15\)00248-3](https://doi.org/10.1016/s2352-3026(15)00248-3)
- [20] Vedantham, S., Goldhaber, S.Z., Julian, J.A., Kahn, S.R., Jaff, M.R., Cohen, D.J., *et al.* (2017) Pharmacomechanical Catheter-Directed Thrombolysis for Deep-Vein Thrombosis. *New England Journal of Medicine*, **377**, 2240-2252. <https://doi.org/10.1056/nejmoa1615066>
- [21] Engeseth, M., Enden, T., Sandset, P.M. and Wik, H.S. (2021) Predictors of Long-Term Post-Thrombotic Syndrome Following High Proximal Deep Vein Thrombosis: A Cross-Sectional Study. *Thrombosis Journal*, **19**, Article No. 3. <https://doi.org/10.1186/s12959-020-00253-8>
- [22] Notten, P., ten Cate-Hoek, A.J., Arnoldussen, C.W.K.P., Strijkers, R.H.W., de Smet, A.A.E.A., Tick, L.W., *et al.* (2020) Ultrasound-Accelerated Catheter-Directed Thrombolysis versus Anticoagulation for the Prevention of Post-Thrombotic Syndrome (CAVA): A Single-Blind, Multicentre, Randomised Trial. *The Lancet Haematology*, **7**, e40-e49. [https://doi.org/10.1016/s2352-3026\(19\)30209-1](https://doi.org/10.1016/s2352-3026(19)30209-1)
- [23] 文超群, 吴吉明, 苏杨, 等. 下肢静脉血栓介入综合治疗后出现血栓后综合征的预测模型构建与验证[J]. 心脑血管病防治, 2026, 26(1): 11-15.
- [24] Zheng, Y., Cao, C., Chen, G., Li, S., Ye, M., Deng, L., *et al.* (2024) Analysis of Risk Factors for Post-Thrombotic Syndrome after Thrombolysis Therapy for Acute Deep Venous Thrombosis of Lower Extremities. *International Journal of Cardiology Cardiovascular Risk and Prevention*, **22**, Article ID: 200319. <https://doi.org/10.1016/j.ijcrp.2024.200319>